

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-275478

(43)Date of publication of application : 06.10.2000

(51)Int.Cl.

G02B 6/40

G02B 6/24

(21)Application number : 11-084958

(71)Applicant : NGK INSULATORS LTD  
NGK OPTOCERAMICS CO LTD

(22)Date of filing : 26.03.1999

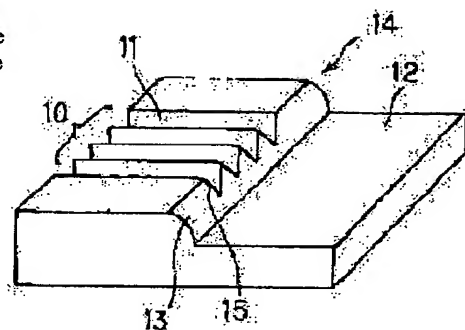
(72)Inventor : FUKUYAMA NOBUTSUGU  
TOYAMA KAZUTOSHI

## (54) V-GROOVED SUBSTRATE, ITS MANUFACTURE, AND OPTICAL-FIBER ARRAY

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a V-grooved substrate for which stresses can be reduced as a whole by preventing concentration of stresses on fibers, a method for manufacturing the same, and an optical-fiber array using the V-grooved substrate.

**SOLUTION:** This V-grooved substrate 14 has a V-grooved part 10 having a plurality of V-grooves 11, a planar part 12, and a stepped part 13 connecting the V-grooved part 10 to the planar part 12. The stepped part 13 is formed to curve upwardly toward the surface of the V-grooved substrate 14. The V-grooved part 10, the planar part 12 and the stepped part 13 are provided by a primary machining process for forming a glass substrate having a stepped shape and a secondary machining process whereby the glass substrate stepped by the primary machining process is subjected to press molding using upper and lower molds having V-groove forming surfaces, whereby the V-grooved substrate 14 whose stepped part 13 is curved upwardly toward its front surface is formed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-275478

(P2000-275478A)

(43)公開日 平成12年10月6日(2000.10.6)

(51)Int.Cl.

識別記号

FI

テレポート(参考)

G02B 6/40  
6/24

G02B 6/40  
6/24

2H036

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全8頁)

(21)出願番号 特願平11-84958

(22)出願日 平成11年3月26日(1999.3.26)

(71)出願人 000004064

日本碍子株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

(71)出願人 597003608

エヌシーケイ・オプトセラミックス株式会  
社

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

(72)発明者 福山 暢嗣

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日  
本碍子株式会社内

(74)代理人 100088616

弁理士 波瀾 一平

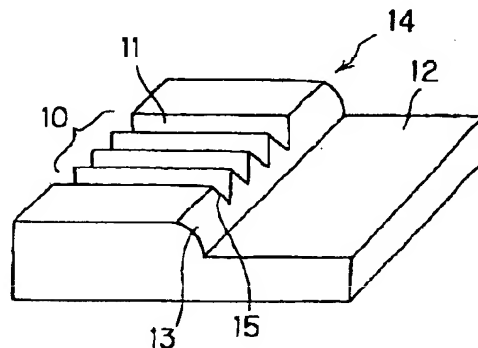
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 V溝基板とその製造方法及び光ファイバーアレイ

(57)【要約】

【課題】 ファイバーへの応力集中を防止し、全体としての応力も少なくすることができるV溝基板とその製造方法及びV溝基板を用いた光ファイバーアレイを提供する。

【解決手段】 複数のV溝11を有するV溝部10と、平面部12と、V溝部10と平面部12を接続する段差部13とを備えたV溝基板14である。段差部13が、その表面方向に凸状に湾曲して形成されている。段差形状を有するガラス基板を成形する一次加工工程と、一次加工工程により得られた段差付きガラス基板に対し、V溝成形面を備えた上金型と下金型を用いてプレス成形を施す二次加工工程により、V溝部10と平面部12と段差部13とを備え、段差部13がその表面方向に凸状に湾曲したV溝基板14を成形する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のV溝を有するV溝部と、平面部と、該V溝部と該平面部を接続する段差部とを備えたV溝基板であって、  
該段差部が、その表面方向に凸状に湾曲して形成されていることを特徴とするV溝基板。

【請求項2】 それぞれのV溝のエッジ部が、R状に形成されている請求項1記載のV溝基板。

【請求項3】 請求項1記載のV溝基板の表面形状に対応する成形面を有する一体成型を用い、ガラス材料をプレス成形することを特徴とするV溝基板の製造方法。

【請求項4】 段差形状を有するガラス基板を成形する一次加工工程と、

該一次加工工程により得られた段差付きガラス基板に対し、V溝成形面を備えた上金型と下金型を用いてプレス成形を施す二次加工工程により、  
V溝部と平面部と段差部とを備え、該段差部がその表面方向に凸状に湾曲したV溝基板を成形することを特徴とするV溝基板の製造方法。

【請求項5】 それぞれのV溝のエッジ部が、R状に形成されたV溝基板を成形する請求項4記載のV溝基板の製造方法。

【請求項6】 請求項1又は2記載のV溝基板と、少なくとも該V溝基板のV溝上に挿入、配置されるファイバーを押さえるためのファイバー押さえ基板と、から構成されることを特徴とする光ファイバーアレイ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光ファイバーアレイ用として好適に使用することができるV溝基板とその製造方法及び当該V溝基板を用いた光ファイバーアレイに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、光ファイバーの敷設、利用が飛躍的に進んでいる。この光ファイバーの整列部品として、光ファイバーと他の光学部品との接続を目的とした光ファイバーアレイと、光ファイバー同士を接続するMTコネクタが知られている。このような光ファイバーをV溝に搭載し、整列させるためのV溝基板9は、特に光ファイバーアレイ用としては、被覆無し（裸）の光ファイバーとともに被覆光ファイバーも搭載するため、図15(a)に示すように、V溝部1及び被覆光ファイバーを搭載する下部平面部2を有している。そして、この下部平面部2は、従来においては、研削加工又はSiエッチングにより形成している。

【0003】 しかし、この場合には、V溝部1と下部平面部2をつなぐ段差部3には、図16(a)のようにテーパ4をつけることはできるものの、そのテーパ4は直線状に形成されたものであり、V溝のエッジ5はシャープに立った状態であった。そして、このようなV溝基板

を用いた光ファイバーアレイにおいては、図15(b)～図16(b)に示すように、上基板6でファイバーを押さえる端部（上基板一体型の段差開始部又はファイバー押さえ基板のR開始部）7とV溝基板9の段差開始部8は、上下の応力分布を極力均一にする目的で長さ方向に一致するように構成している。

【0004】 したがって、図15(a)(b)のように、段差部3が90度の角度を有する場合、図15(c)に示すように、接着剤の応力が急激に変動し、しかも応力が大きくなる部位とV溝のエッジ5がほぼ一致しているため、横方向のファイバーへの動きがあった場合の支点と上下方向の支点がほぼ一致することになることから、ファイバーに応力が集中し、損失増加や、最悪の場合には断線等を引き起こす懸念を含んでいた。また、段差部3が90度の角度を有する場合、V溝エッジ5にファイバーが接する距離も短く、上記の接着剤応力や曲げ等の応力が発生した場合には、この部分にこれらの応力が集中し、上記と同様の問題が発生する恐れがあった。

【0005】 これらの問題を防止するため、図16(a)のように段差部3にテーパを設けたV溝基板9を用いた図16(b)の光ファイバーアレイにおいては、接着剤部分を徐々に拡大するように形成することで、発生する応力が徐々に大きくなるというきれいな応力分布を持たせることにより、上記の問題を回避しようとしていた。

【0006】 しかしながら、段差部3のテーパ角を大きくすると、テーパ部が長くなり、全体としての接着剤量が増大するため、図16(c)のハッチング分Aは応力が増え、従来は、この点を調整しつつ適正なテーパ角度を設定していた。また、段差部3のV溝のエッジ5がシャープに立っていることによる上記問題は、ゴム砥石や部分的なバフ研磨等でエッジ5にRを形成する方法により回避すべく検討されているが、100～150 $\mu$ m程度のV溝深さであるため、作業は困難で、かつRが部分的に取れなかったりして、品質が不安定である問題があった。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、かかる従来の問題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、ファイバーへの応力集中を防止するとともに、全体としての応力も少なくすることができるV溝基板とその製造方法及び当該V溝基板を用いた光ファイバーアレイを提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 すなわち、本発明によれば、複数のV溝を有するV溝部と、平面部と、該V溝部と該平面部を接続する段差部とを備えたV溝基板であって、該段差部が、その表面方向に凸状に湾曲して形成されていることを特徴とするV溝基板が提供される。本発明においては、それぞれのV溝のエッジ部が、R状に

形成されていることが好ましい。

【0009】 また、本発明によれば、上記したV溝基板の表面形状に対応する成形面を有する一体金型を用い、ガラス材料をプレス成形することとを特徴とするV溝基板の製造方法が提供される。さらに、本発明によれば、段差形状を有するガラス基板を成形する一次加工工程と、該一次加工工程により得られた段差付きガラス基板に対し、V溝成形面を備えた上金型と下金型を用いてプレス成形を施す二次加工工程により、V溝部と平面部と段差部とを備え、該段差部がその表面方向に凸状に湾曲したV溝基板を成形することとを特徴とするV溝基板の製造方法が提供される。なお、この製造方法によれば、それぞれのV溝のエッジ部が、R状に形成されたV溝基板を成形することもできる。この場合、一次加工工程は研削加工によって行っても良い。

【0010】 さらにまた、本発明によれば、上記した構成のV溝基板と、少なくとも該V溝基板のV溝上に挿入、配置されるファイバーを押さえるためのファイバー押さえ基板と、から構成されることを特徴とする光ファイバレイが提供される。

【0011】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明するが、本発明はこれらの実施の形態に限定されるものではない。図1は本発明に係るV溝基板の一実施例を示す斜視図である。図2(a)は本発明に係るV溝基板を用いた光ファイバレイの実施例を示す断面説明図、図2(b)はその応力分布を示すグラフである。

【0012】 図1において、10は複数のV溝11を有するV溝部であり、このV溝部10には被覆無し

(裸)の光ファイバーが整列、配置される。12は平面部であり、この平面部12には被覆光ファイバーが搭載され、V溝部10と平面部12とが段差部13を介して接続されて、V溝基板14を構成している。そして、段差部13は、直線状のテーパではなく、その表面方向に凸状に湾曲した、いわば山なりに湾曲したR形状を呈するように形成されたものである。

【0013】 このように、V溝基板14において、段差部13をその表面方向に凸状に湾曲したことにより、次のような作用効果を有する。

①接着剤の応力分布についていえば、先端(ファイバを固定する部位)からより緩やかな角度のテーパが付いており、緩やかな変動で応力が増えていくため、ファイバーへの応力集中を防止することができる。

②V溝のエッジに当たる位置がより後部になり、上下・左右のファイバーの動きがあった場合の応力支点がより大きくずれるため、応力集中を防ぐことができる。

③上記の作用効果を有しつつ、トータルの応力増加量(接着剤の増加量)は少ない。

④V溝のエッジに当たる部分の角度はテーパ品よりさら

に緩やかなので、接触面積が大きくなり、同じ応力が加わっても、応力が分散される。

【0014】 図16に示すテーパを付ける場合、30°から60°程度が適切であるが、本発明の段差部における山なりに湾曲したR形状の場合も、この角度の直線に対し、山なりに湾曲したR形状が付いていることが好ましい。R形状の度合いとしては、図3に示すように、テーパの場合の距離を半径としたR形状程度がより好ましい。但し、図3のような完全なR形状でなくても、図3に示す点線からなる三角形(即ち、90°の場合の断面形状Aとテーパの場合の断面形状Bで形成する三角形)17の範囲内であればよく、その場合には、多少R形状が歪んでも構わない。

【0015】 また、図1のV溝基板において、個々のV溝11のエッジ部15は段差部13をR形状に形成した場合でも立っているの、さらに損失増加や断線の危険を低減させるために、これらの個々のV溝11のエッジ部15にRを付けると好ましい。

【0016】 次に、R形成方法について説明する。従来、このR形成方法としては、微少なバフ研磨を施すか、ゴム等の砥石を付けたリユータ等で部分的に削ることを行っていた。しかし、この場合、部分的にしかRが付かず、鋭利なエッジが残ってしまったり、粗さが大きく、ミクロ的には傷を発生させ、効果が薄れたりするという問題があった。

【0017】 これに対し、本発明においてエッジ部に形成するRについては、全てのV溝の端部の深さ方向全体に亘ってRが付いている状態にする。これにより、ファイバーに曲げや接着剤による応力が加わっても、R形状により応力が分散されるので、高い品質を維持できるだけでなく、全体に亘ってRが付いているので、ファイバーレイ作製(組立)時の取り扱い中にミクロの傷を付けて強度を劣化させる等の問題も回避できる。ファイバーレイ組立時はファイバーが様々な状態でV溝のエッジ部に当たる可能性があるため、全体に亘りRが付いていることが重要となる。

【0018】 次いで、本発明に係るV溝基板の作製方法を説明する。

(作製方法1) まず、図4(a)に示すような段差付基板20をV溝プレス成形することにより、段差部を山なりに湾曲したR形状(以下、R段差という。)とするとともに、各々のV溝のエッジ部へのR付け(以下、エッジRという。)を行う。ここで、R段差及びエッジRを形成する方法として、段差付(直線)基板へのV溝プレス法が挙げられる。この方法は、図4(a)に示すような、あらかじめ一次加工にて段差の成形された基板20を、プレス成形にてV溝形成及び段差部へのR付けを行う方法である。

【0019】 V溝は、図4(a)に示す基板20の上部側平面部21に成形されるが、図4(b)に示すように、

二次加工における成形の際にこの部分21が上金型22により押され、ガラスは段差部23に押し出されるようにしてV溝が成形される。成形の際のこの押し出しにより、段差部23は自然とR形状のR段差となる。このため、金型等で特別な形状出しを行うことなく、段差の成形された基板20をV溝成形するだけでR段差を実現することができる。なお、図4(b)において、24は下金型で、25は上金型の凹部である。

【0020】 なお、成形の条件にも依存するが、このV溝成形時に段差部寸法は深さが10～100%、幅・長さが5～50%縮む。また、V溝成形はガラスの変形温度(Td)より高い温度で成形するため、金型に直接当たっていない部分はその表面が滑らかな状態になる。このため、V溝のエッジの部分は成形時に上記変形を伴いつつ、表面が滑らかに、かつ粘度が下がっているの

で、自然とR形状となる。つまり個々のV溝エッジのR加工も、段差の成形された基板をV溝成形することで、自然と形成でき、特別な加工を施さずに、確実に均一なR付けを実現することができる。

【0021】 (作製方法2) また、V溝基板についてR段差及びエッジRを形成する方法として、一体金型でのリヒートプレス成形を挙げることができる。そこで、R形状の一体金型の製造方法及び一体金型を用いた成形方法を説明する。まず、金型加工はマイクログラインダーを用いる。研削用砥石30は直径φ90mmの円形のダイヤモンド砥石で、その先端形状は図5のような台形を呈している。この砥石30を用いて、図6のように、5mm×8mm×高さ10mmの金型材料31に端部から研削を行い、途中で砥石30の進行を止め上へ移動させると、研削部は直線部分と砥石30の円形状と同一のR部分を持つ形状となる。

【0022】 この研削によりできる溝を、金型材料31の上面にピッチ0.25mm間隔で5列加工すると、図7(a)(b)(c)のような金型材料32が得られる。ここで、図7(a)は金型材料の平面図、図7(b)は金型材料を砥石の研削開始面から見た図、図7(c)は金型材料の側面図である。

【0023】 次に、同じくダイヤモンド台形砥石の先端平面部が3mmのものを用いて、金型材料32において、加工した溝群5列の両端部33を、図8(a)(b)(c)に示すごとく、同じ位置で加工を止めるようにして研削する。この時、1列目と5列目の溝のそれぞれ外側の斜面も含めて研削することにより、V溝基板作製用の一体金型34が得られる。この一体金型34は、加工した面も5本の溝と同一のφ90mm砥石のR部による湾曲部35がある。

【0024】 このようにして得られた一体金型34を用いて、ガラス材料のリヒートプレス成形を行うと、図9(a)(b)(c)のような、4列のV溝40を有するV溝部41と、被覆ファイバーを搭載する下部平面部たる被覆

ファイバー収納部42との境界にある段差部43に、R段差(表面方向に凸状に湾曲したR形状)が形成されたガラス製のV溝基板45を成形することができる。なお、リヒートプレス成形を説明すると、まず、溶融ガラスを冷却し固体化したガラスブロックを切斷・研磨加工して、リヒートプレス成形したい成形品とほぼ同形状のブロックとする。例えば、プレス成形品寸法が20×20×2mm(体積800mm<sup>3</sup>)の場合、金型内に挿入でき、かつ最終的に前記成形品寸法にするために、19×19×2.2mm(体積800mm<sup>3</sup>)といったほぼ同寸法(ほぼ同体積)に切斷・研磨加工したガラスブロックとする。次いで、このガラスブロックを金型に挿入し加熱すると、ガラスブロックが少し柔らかくなり、この状態で圧力をかけて成形することにより、金型の微細形状をガラスブロックに転写して、精密な形状精度を有する成形体を作製する。

【0025】 リヒートプレス成形は、ガラス材料に日本ガイシ(株)製のミラクロンPC-4を使い、成形温度600℃、成形時間60秒、成形圧力50kgで行ったところ、1ウエハを成形するのに約10分で成形でき、作製方法1に比べて、段差形成工程が省けることから、生産性が良い。また、作製方法1の場合、R段差のみでなくV溝エッジRもプレス成形時に形成できるが、ガラスの流れ出しを有効に利用した製法であるため、段差の寸法が20～30μmばらつく恐れがあるので、厳しく成形条件を設定することが必要であった。これに対し、作製方法2では、一体金型により段差も成形されるので段差の部分もμmレベルの寸法誤差で一体成形が可能となった。

【0026】 さらに、上記した研削方法で大型金型、例えば50mm×50mm×10mmに複数列加工することにより、一回のプレス成形で多数個の同一形状を転写することも可能であり、そのウエハをチップ切斷すれば大量生産にも対応可能である。なお、R形状はV溝部加工砥石50の直径で決まることから、図10に示すように、以下の計算式が成り立つ。

【0027】

【数1】

$$r = \frac{a^2 + b^2}{2b}$$

【0028】 すなわち、ファイバーアレイのV溝部の深さはV溝ピッチとV溝角度により決まるため、R部高さ(b)はV溝深さ以上であれば、R溝長さ(a)と砥石半径(r)の設定により任意の深さになる。但し、作製方法2においては、V溝エッジのRが成形時には形成できていないので、後加工でブラシ研磨によりR加工を施した。この方法であれば、比較的均一にV溝のエッジにR加工が可能である。ブラシ研磨としては、草の繊維を用いたブラシを60～100rpmで回転させ、1～

6 $\mu$ m程度のダイヤモンド砥粒を供給しながら研磨する。また、この方法によれば、段差部からV溝にかけてR加工されるが、これによりV溝の山もR加工され、ファイバー組み立て時のファイバーへの傷付けも防止できて好ましい。

#### 【0029】

【実施例】 以下、本発明を実施例に基づいて更に具体的に説明する。Pyrex（コーニング社製のガラス材料）製の8心光ファイバーアレイの3部品構造品に本発明のV溝基板を適用した。製品のサイズとしては幅7mm×長さ10mm×厚み3mmとした。まず、図11(a)(b)に示すように、研削加工により段差が形成されたウエハ60を準備し、それぞれの上面にV溝62をプレス成形した。得られたV溝成形ウエハ61を図12(a)(b)に示す。ウエハ60のサイズとしては24個のチップが取れる（幅方向6個×長さ方向4個）50mm角を用いた。プレス成形の条件としては、温度700℃、プレス圧力1500kg、プレス時間240秒で行った。得られたV溝基板の段差部分を図14の写真に示す。このウエハ60の下部平面63に被覆ファイバー収納基板を接着固定後、それぞれのチップに切断を行った。

【0030】 次に、得られたチップに対し、ファイバー押さえ基板64のファイバー固定端65には図13のようにR加工を施し、ファイバーへのダメージを防止した。次いで、V溝基板66と被覆ファイバー収納基板67からなるチップにファイバー68を挿入し、V溝にそれぞれのファイバーを搭載させた後、ファイバー押さえ基板64にてファイバーを押さえ、接着剤にて硬化し、端面を研磨して、図13に示すような光ファイバーアレイを作製した。

#### 【0031】

【発明の効果】 以上説明したように、本発明によれば、ファイバーへの応力集中を防止し、全体としての応力も少なくすることができるV溝基板とその製造方法及び光ファイバーアレイを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係るV溝基板の一実施例を示す斜視図である。

【図2】 (a)は本発明に係るV溝基板を用いた光ファイバーアレイの一実施例を示す断面説明図、(b)はその応力分布を示すグラフである。

【図3】 段差部における山なりに湾曲したR形状の度合いを説明する説明図である。

【図4】 (a)は段差が成形された基板を示す斜視図、(b)は金型プレス成形によるガラスの押し出し状況を示す説明図である。

す説明図である。

【図5】 砥石先端形状を示す説明図である。

【図6】 金型材料を砥石にて研削する状況を示す説明図である。

【図7】 (a)は金型材料の平面図、(b)は金型材料を砥石の研削開始面から見た図、(c)は金型材料の側面図である。

【図8】 (a)は両端部が研削された金型材料の平面図、(b)は金型材料を砥石の研削開始面から見た図、(c)は金型材料の側面図である。

【図9】 (a)は一体金型によりプレス成形されたV溝基板の一例を示す平面図、(b)はV溝部から見た図、(c)はV溝基板の側面図である。

【図10】 砥石半径、R部高さ及びR溝長さの関係を示す説明図である。

【図11】 (a)は段差が形成されたウエハの一例を示す平面図、(b)はその側面図である。

【図12】 (a)はV溝成形ウエハの一例を示す平面図、(b)はその側面図である。

【図13】 光ファイバーアレイの一例を示す説明図である。

【図14】 V溝基板の段差部分を形成するセラミック材料（ガラス材料）の組織を示す写真である。

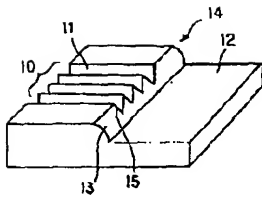
【図15】 (a)は従来のV溝基板の一例を示す斜視図、(b)は従来のV溝基板を用いたファイバーアレイを示す断面図、(c)はファイバーアレイの応力分布を示すグラフである。

【図16】 (a)は従来のV溝基板の他の例を示す斜視図、(b)は(a)のV溝基板を用いたファイバーアレイを示す断面図、(c)はファイバーアレイの応力分布を示すグラフである。

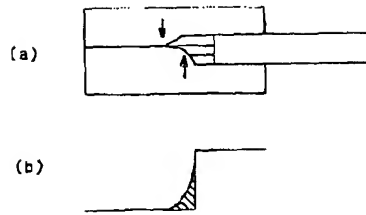
#### 【符号の説明】

10…V溝部、11…V溝、12…平面部、13…段差部、14…V溝基板、15…エッジ部、20…段差付基板、21…上部側平面部、22…上金型、23…段差部、24…下金型、25…上金型の凸部、30…研削用砥石、31…金型材料、32…金型材料、33…両端部、34…一体金型、35…湾曲部、40…V溝、41…V溝部、42…被覆ファイバー収納部、43…段差部、45…V溝基板、50…V溝部加工砥石、60…ウエハ、61…V溝成形ウエハ、62…V溝、63…ウエハの下部平面、64…ファイバー押さえ基板、65…ファイバー固定端、66…V溝基板、67…被覆ファイバー収納基板、68…ファイバー。

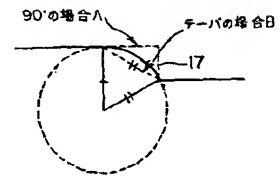
【図1】



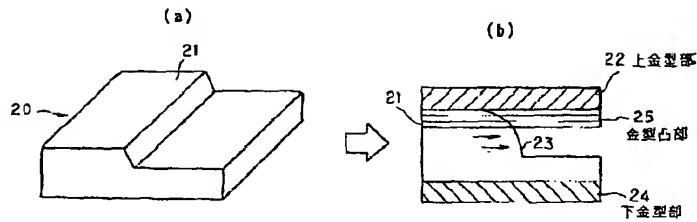
【図2】



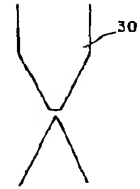
【図3】



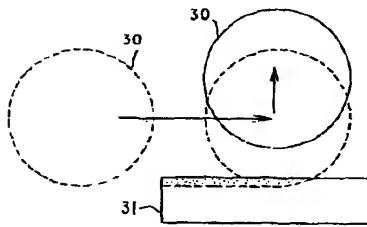
【図4】



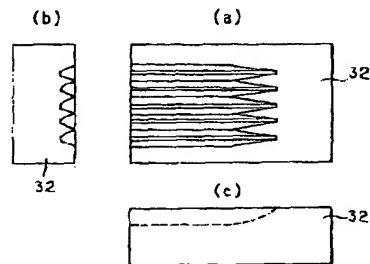
【図5】



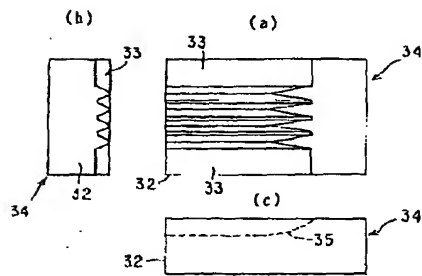
【図6】



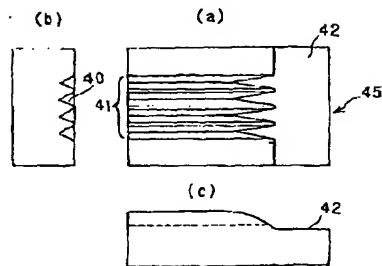
【図7】



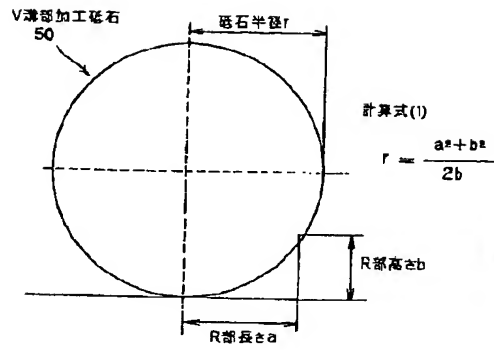
【図8】



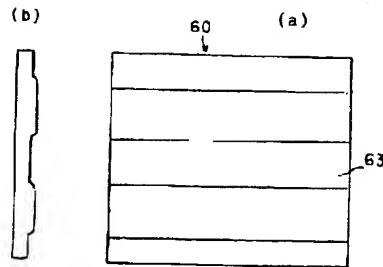
【図9】



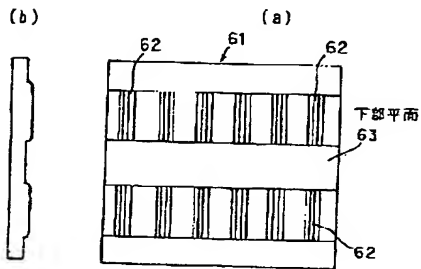
【図10】



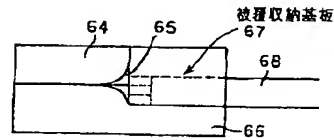
【図11】



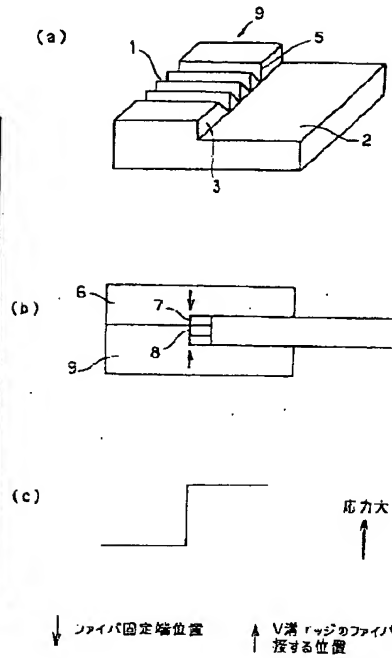
【図12】



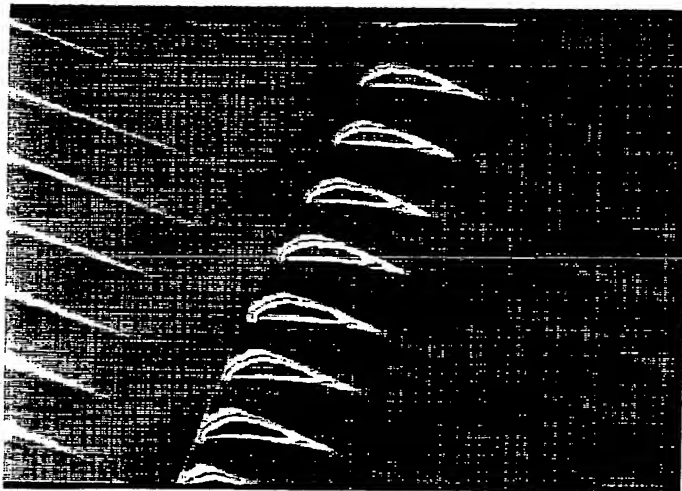
【図13】



【図15】

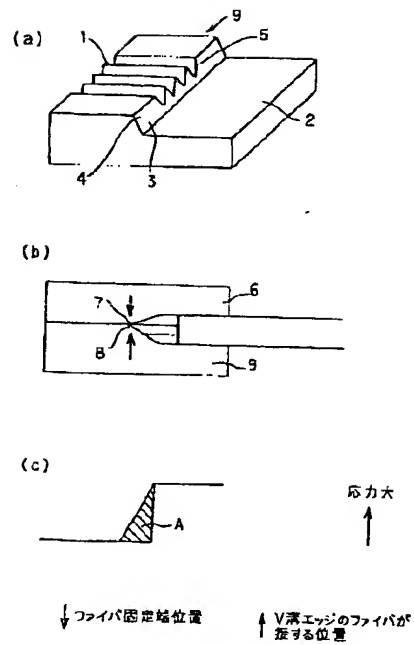


【図14】





【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 遠山 和利  
愛知県名古屋市長橋区須田町2番56号 エ  
ヌジーケー・オプトセラミックス株式会社  
内

Fターム(参考) 2H036 LA03 LA07 LA08

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

- [Claim 1] The V groove substrate which is a V groove substrate equipped with V slot which has two or more V grooves, the flat-surface section, and the level difference section which connects this V groove section and this flat-surface section, and is characterized by for this level difference section curving to convex, and forming it in the direction of a front face.
- [Claim 2] The V groove substrate according to claim 1 in which the edge section of each V groove is formed in the shape of R.
- [Claim 3] The manufacture method of the V groove substrate characterized by really has a forming side corresponding to the shape of surface type of a V groove substrate according to claim 1 carrying out press forming of the glass material using metal mold.
- [Claim 4] it is characterized by providing the following — the upper — the manufacture method of the V groove substrate characterized by fabricating the V groove substrate to which it had V slot, the flat-surface section, and the level difference section, and this level difference section curved to convex in the direction of a front face according to the fabricating process which performs press forming using metal mold and the Shimokane type The primary operation process which fabricates the glass substrate which has a level difference configuration. It is a V groove fabrication side to the glass substrate with a level difference obtained according to this primary operation process.
- [Claim 5] The manufacture method of a V groove substrate according to claim 4 that the edge section of each V groove fabricates the V groove substrate formed in the shape of R.
- [Claim 6] A V groove substrate according to claim 1 or 2, the fiber presser-foot substrate for pressing down the fiber which is inserted in V Mizogami of this V groove substrate, and is arranged at least, and the optical-fiber array characterized by carrying out shell composition.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the optical-fiber array using the V groove substrate which can be suitably used as an object for optical-fiber arrays, its manufacture method, and the V groove substrate concerned.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, construction of an optical fiber and use are progressing by leaps and bounds. As alignment parts of this optical fiber, the optical-fiber array aiming at connection between an optical fiber and other optics and MT connector which connects optical fibers are known. Since the V groove substrate 9 for carrying and aligning such an optical fiber at a V groove also carries a covering optical fiber with an optical fiber [ having no covering (nakedness) ] especially as an object for optical-fiber arrays, as shown in drawing 15 (a), it has the lower flat-surface section 2 which carries the V slot 1 and a covering optical fiber. And this lower flat-surface section 2 is formed by the grinding process or Si etching in the former.

[0003] However, the taper 4 of what can attach a taper 4 to the level difference section 3 which connects the V slot 1 and the lower flat-surface section 2 in this case like drawing 16 (a) was formed in the shape of a straight line, and the edge 5 of a V groove was in the state which stood sharply. And in the optical-fiber array using such a V groove substrate, as shown in drawing 15 (b) - drawing 16 (b), the edge (level difference start section of upper substrate one apparatus or R start section of a fiber presser-foot substrate) 7 and the level difference start section 8 of the V groove substrate 9 which press down a fiber by the upper substrate 6 are constituted so that it may be in agreement in the length direction in order to make the up-and-down stress distribution uniform as much as possible.

[0004] Therefore, since the edge 5 of the part to which the stress of adhesives is rapidly changed and stress moreover becomes large, and a V groove is mostly in agreement as shown in drawing 15 (c), when the level difference section 3 has the angle which is 90 degrees, as shown in drawing 15 (a) and (b). Since the supporting point when there is movement to a lateral fiber, and the supporting point of the vertical direction would be mostly in agreement, stress concentrated on the fiber and the increase in loss and the concern which causes an open circuit etc. in being the worst were included. Moreover, the distance to which a fiber touches the V groove edge 5 when the level difference section 3 has the angle which is 90 degrees was also short, when stress, such as the above-mentioned adhesives stress and bending, occurred, such stress concentrated on this portion and there was a possibility that the same problem as the above might occur.

[0005] It is forming so that an adhesives portion's may be gradually expanded in the optical-fiber array of drawing 16 (b) using the V groove substrate 9 which formed the taper in the level difference section 3 like drawing 16 (a) in order to prevent these problems, and was going to avoid the above-mentioned problem by giving the beautiful stress distribution that the stress to generate becomes large gradually.

[0006] However, the proper cone angle was set up, the hatching part A of drawing 16 (c) having gained in stress, and adjusting this point conventionally, since the taper section will become long and the amount of adhesives as the whole will increase, if the taper angle of the level difference section 3 is enlarged. Moreover, although it inquired that the above-mentioned problem by the edge 5 of the V groove of the level difference section 3 standing sharply should be avoided by the method of forming R in an edge 5 by the rubber grinding stone, partial buffing, etc., since it was about 100-150-micrometer V channel depth, work was difficult, and could not take R partially and had the problem that quality was unstable.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] this invention is made in view of this conventional problem, and the place made into the purpose is to offer the optical-fiber array using the V groove substrate which can also lessen stress as the whole, its manufacture method, and the V groove substrate concerned while preventing the stress concentration to a fiber.

[0008]

[Means for Solving the Problem] That is, according to this invention, it is the V groove substrate equipped with V slot which has two or more V grooves, the flat-surface section, and the level difference section which connects this V groove section and this flat-surface section, and the V groove substrate characterized by for this level difference section curving to convex, and forming it in the direction of a front face is offered. In this invention, it is desirable that the edge section of each V groove is formed in the shape of R.

[0009] Moreover, according to this invention, the manufacture method of the V groove substrate characterized by really has a forming side corresponding to the shape of surface type of the above-mentioned V groove substrate carrying out press forming of the glass material using metal mold is offered. Furthermore, the primary operation process which fabricates the glass substrate which has a level difference configuration according to this invention, To the glass substrate with a level difference obtained according to this primary operation process according to the fabricating process which performs press forming using metal mold and the Shimokane type after having a V groove fabrication side It has V slot, the flat-surface section, and the level difference section, and the manufacture method of the V groove substrate characterized by fabricating the V groove substrate to which this level difference section curved to convex in the direction of a front face is offered. In addition, according to this

manufacture method, the edge section of each V groove can also fabricate the V groove substrate formed in the shape of R. In this case, a grinding process may perform a primary operation process.

[0010] According to this invention, the V groove substrate of composition of having described above, the fiber presser-foot substrate for pressing down the fiber which is inserted in V Mizogami of this V groove substrate at least, and is arranged, and the optical-fiber array characterized by carrying out shell composition are offered further again.

[0011]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, although the gestalt of operation of this invention is explained in detail based on a drawing, this invention is not limited to the gestalt of these operations. Drawing 1 is the perspective diagram showing one example of the V groove substrate concerning this invention. Cross-section explanatory drawing showing one example of the optical-fiber array using the V groove substrate which drawing 2 (a) requires for this invention, and drawing 2 (b) are graphs which show the stress distribution.

[0012] In drawing 1, 10 is a V slot which has two or more V grooves 11, and an optical fiber [ having no covering (nakedness) ] aligns, and it is arranged in this V slot 10. 12 is the flat-surface section, and a covering optical fiber is carried in this flat-surface section 12, the V slot 10 and the flat-surface section 12 are connected through the level difference section 13, and it constitutes the V groove substrate 14. And the level difference section 13 is formed so that R configuration which curved to convex and which curved on the mountain so to speak may be presented in the direction of a front face instead of a taper of the shape of a straight line.

[0013] Thus, in the V groove substrate 14, it has the following operation effects by having curved the level difference section 13 to convex in the direction of a front face.

\*\* Since speaking of the stress distribution of adhesives the taper of a looser angle is attached from the nose of cam (part which fixes a fiber) and stress increases by loose change, the stress concentration to a fiber can be prevented.

\*\* The position equivalent to the edge of a V groove becomes a posterior part more, and since the stress supporting point when there is movement of an vertical and horizontal fiber shifts more greatly, stress concentration can be prevented.

\*\* There are few total stress augends (augend of adhesives), having the above-mentioned operation effect.

\*\* Stress is distributed, even if a touch area becomes large and the same stress is added, since the angle of the portion equivalent to the edge of a V groove is still looser than a taper article.

[0014] Although 30 to about 60 degrees are suitable when attaching the taper shown in drawing 16, it is desirable that R configuration where it curved on the mountain to the straight line of this angle also in R configuration which curved on the mountain in the level difference section of this invention is attached. As a degree of R configuration, as shown in drawing 3, R configuration grade which made the radius distance in the case of a taper is more desirable. However, even if it is not a perfect R configuration like drawing 3, in that case, R configuration may be distorted somewhat that what is necessary is just within the limits of the triangle (namely, triangle formed in the cross-section configuration A in 90 degrees, and the cross-section configuration B in the case of a taper) 17 which consists of a dotted line shown in drawing 3.

[0015] Moreover, in the V groove substrate of drawing 1, since the edge section 15 of each V groove 11 stands even when the level difference section 13 is formed in R configuration, in order to reduce the risk of the increase in loss, or an open circuit further, when R is attached to the edge section 15 of each V grooves 11 of these, it is desirable.

[0016] Next, the R formation method is explained. It was performing deleting partially conventionally by RYUTA which gave very small buffing as this R formation method, or attached grinding stones, such as rubber. However, partial R was not attached in this case, but the sharp edge remained, or granularity was large, the blemish was generated in micro, and there was a problem that an effect faded.

[0017] On the other hand, about R formed in the edge section in this invention, it changes into the state where continue in the whole depth direction of the edge of all V grooves, and R is attached. Since the whole is covered high quality is not only maintainable, but since stress is distributed by R configuration and R is attached by this even if the stress by bending or adhesives joins a fiber, a micro blemish is attached during the handling at the time of fiber array production (assembly), and the problem of degrading intensity can also be avoided. At the time of fiber array assembly, since a fiber may be equivalent to the edge section of a V groove in the various state, it becomes important [ that cover the whole and R is attached ].

[0018] Subsequently, the production method of the V groove substrate concerning this invention is explained.

(The production method 1) While making the level difference section into R configuration (henceforth R level difference) which curved on the mountain by first carrying out V groove press forming of the substrate 20 with a level difference as shown in drawing 4 (a), R attachment (henceforth Edge R) by the edge section of each V groove is performed. Here, the V groove pressing method to a substrate with a level difference (straight line) is mentioned as a method of forming R level difference and Edge R. This method is a method of performing V groove formation and R attachment by the level difference section for the substrate 20 by which the level difference was beforehand fabricated in primary operation as shown in drawing 4 (a) in press forming.

[0019] Although a V groove is fabricated by the upper part side flat-surface section 21 of the substrate 20 shown in drawing 4 (a), as shown in drawing 4 (b), this portion 21 is pushed by metal mold 22 a top in the case of the fabrication in fabricating, and a V groove is fabricated as glass is extruded by the level difference section 23. By this knockout in the case of fabrication, the level difference section 23 serves as nature and R level difference of R configuration. For this reason, R level difference can be realized only by carrying out V groove fabrication of the substrate 20 by which the level difference was fabricated, without performing special configuration \*\*\*\* with metal mold etc. In addition, in drawing 4 (b), 24 is the Shimokane type and 25 is the heights of metal mold a top.

[0020] In addition, although it is dependent also on the conditions of fabrication, as for a level difference section size, width of face and length of the depth shrink 5 to 50% 10 to 100% at the time of this V groove fabrication. Moreover, since V groove fabrication fabricates at temperature higher than the deformation temperature (Td) of glass, the portion which has not hit metal mold directly will be in a state with the smooth front face. For this reason, the portion of the edge of a V groove being accompanied by the above-mentioned deformation at the time of fabrication, since viscosity has fallen, a front face serves as nature and R configuration smooth. That is, it can form that it is natural by carrying out V groove fabrication of the substrate by

which the level difference was fabricated, and R processing of each V groove edge can also realize certainly uniform R attachment, without giving special processing.

[0021] (The production method 2) RIHITO press forming in metal mold can really be mentioned again as a method of forming R level difference and Edge R about a V groove substrate, then, one of R configuration — the manufacture method of metal mold and the forming method really using metal mold are explained first, metal mold — processing uses a micro grinder. The grinding stone 30 for grinding is a diameter  $\phi 90\text{mm}$  circular diamond wheel, and the nose-of-cam configuration is presenting a trapezoid like drawing 5. If grinding is performed to the golden die materials 31 with a  $5\text{mm} \times 8\text{mm} \times$  height of  $10\text{mm}$  from an edge, advance of a grinding stone 30 is stopped on the way like drawing 6 using this grinding stone 30 and it is made to move upwards, the grinding section will serve as a part for a bay, a circle configuration of a grinding stone 30, and a configuration with the same R portion.

[0022] If the slot made by this grinding is processed into the upper surface of the golden die materials 31 five trains at a pitch  $0.25\text{mm}$  interval, the golden die materials 32 as shown in drawing 7 (a), (b), and (c) will be obtained. here — drawing 7 (a) — metal mold — the plan of material, and drawing 7 (b) — metal mold — drawing and drawing 7 (c) which looked at material from the grinding start side of a grinding stone — metal mold — it is the side elevation of material

[0023] Next, as the both ends 33 of \*\*\*\* 5 train which the nose-of-cam flat-surface section of a diamond trapezoid grinding stone similarly processed in the golden die materials 32 using what is  $3\text{mm}$  are shown in drawing 8 (a), (b), and (c), as processing is stopped, it carries out grinding in the same position, this time — each of the slot of eye one train and eye five trains — carrying out grinding also including an outside slant face — one for V groove substrate production — metal mold 34 is obtained. Also as for the processed field, metal mold 34 really [ this ] has the bend 35 by the R section of the same  $\phi 90\text{mm}$  grinding stone as five slots.

[0024] Thus, if RIHITO press forming of glass material is really which was obtained performed using metal mold 34 The V slot 41 which has V groove 40 of four trains as shown in drawing 9 (a), (b), and (c), The glass V groove substrate 45 by which R level difference (R configuration which curved to convex in the direction of a front face) was formed in the level difference section 43 on a boundary with the lower flat-surface section slack covering fiber stowage 42 in which a covering fiber is carried can be fabricated. In addition, if RIHITO press forming is explained, first, cutting / polish processing will be carried out and the glass block which cooled and solidified melting glass will be mostly considered as an isomorphism-like block with mold goods to carry out RIHITO press forming, for example, the case where a press-forming article size is  $20 \times 20 \times 2\text{mm}$  (volume  $800\text{mm}^3$ ) — metal mold — it can insert inside, and in order to make it the aforementioned mold-goods size finally, it considers as the glass block of  $19 \times 19 \times 2.2\text{mm}$  (volume  $800\text{mm}^3$ ) which carried out cutting / polish processing mostly at this size (almost this volume). Subsequently, if this glass block is inserted in metal mold and heated, for a while, by fabricating putting a pressure in this state in \*\*\*\*\*, a glass block will imprint the detailed configuration of metal mold to a glass block, and will produce the Plastic solid which has a precise configuration precision.

[0025] Since RIHITO press forming can be fabricated in about 10 minutes although one wafer is fabricated and can skip a level difference formation process compared with the production method 1 when it uses MIRAKURON PC-4 by NGK Insulators, Ltd. for glass material and performs them with the compacting pressure of  $50\text{kg}$  for the molding temperature of  $600$  degrees C, and cycle-time 60 seconds, its productivity is good. Moreover, although not only R level difference but the V groove edge R could be formed at the time of press forming in the case of the production method 1, since it was the process which used the outflow of glass effectively and there was a possibility that  $20\text{--}30$  micrometers of sizes of a level difference might vary, it was required to set up a process condition severely. On the other hand, since the level difference was also really fabricated by the production method 2 by metal mold, fabrication also of the portion of a level difference was really attained with the size error of  $\mu\text{m}$  level.

[0026] furthermore, large-sized by the above-mentioned grinding method — if it is also possible to imprint many same configurations by one press forming by carrying out two or more trains processing to metal mold, for example,  $50\text{mm} \times 50\text{mm} \times 10\text{mm}$ , and chip cutting of the wafer is carried out, it can respond also to extensive mass production. In addition, the following formulas are realized, as it is shown in drawing 10, since R configuration is decided by the diameter of V slot processing grinding stone 50.

[0027]

$$\text{Equation 1)} \\ r = \frac{a^2 + b^2}{2b}$$

[0028] That is, since the depth of V slot of a fiber array is decided by the V groove pitch and the degree of V gash angle, if the R section height (b) is more than V channel depth, it will become the arbitrary depth by setup of R flute length (a) and a grinding-stone radius (r). However, in the production method 2, since R of a V groove edge could not form at the time of fabrication, R processing was given by brushing by post processing. If it is this method, R processing is comparatively uniformly possible on the edge of a V groove. The brush using the fiber of a reed as brushing is rotated by  $60\text{--}100\text{rpm}$ , and it grinds, supplying an about  $1\text{--}6$ -micrometer diamond abrasive grain. moreover — according to this method — the V groove from the level difference section — applying — R — although processed, thereby, R processing also of the mountain of a V groove is done — having — the fiber at the time of a fiber assembly — also damaging — it can prevent and is desirable

[0029]

[Example] Hereafter, this invention is explained still more concretely based on an example. The V groove substrate of this invention was applied to 3 part structures articles of 8 heart optical-fiber array made from Pyrex (glass material by Corning, Inc.). As size of a product, it considered as the width-of-face [ of  $7\text{mm}$  ] x length [ of  $10\text{mm}$  ] x thickness of  $3\text{mm}$ . First, as shown in drawing 11 (a) and (b), the wafer 60 with which the level difference was formed of the grinding process was prepared, and press forming of V groove 62 was carried out to each upper surface. The obtained V groove fabrication wafer 61 is shown in drawing 12 (a) and (b).  $50\text{mm}$  angle which can take 24 chips as size of a wafer 60 (the four six cross direction x length directions) was used. As conditions for press forming, it carried out in temperature [ of  $700$  degrees C ], press pressure [ of  $1500\text{kg}$  ], and press time 240 seconds. The level difference portion of the obtained V groove substrate is shown in the

photograph of drawing 14 . The covering fiber receipt substrate was performed at the lower flat surface 63 of this wafer 60, and it cut for each chip after adhesion fixation.

[0030] Next, to the obtained chip, R processing was given to the fiber fixed end 65 of the fiber presser-foot substrate 64 like drawing 13 , and the damage to a fiber was prevented. Subsequently, after inserting the fiber 68 in the chip which consists of a V groove substrate 66 and a covering fiber receipt substrate 67 and making each fiber carry in a V groove, the fiber was pressed down by the fiber presser-foot substrate 64, it hardened with adhesives, the end face was ground, and the optical-fiber array as shown in drawing 13 was produced.

[0031]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the stress concentration to a fiber can be prevented and the V groove substrate which can also lessen stress as the whole, its manufacture method, and an optical-fiber array can be offered.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective diagram showing one example of the V groove substrate concerning this invention.

[Drawing 2] Cross-section explanatory drawing showing one example of the optical-fiber array using the V groove substrate which (a) requires for this invention, and (b) are graphs which show the stress distribution.

[Drawing 3] It is explanatory drawing explaining the degree of R configuration which curved on the mountain in the level difference section.

[Drawing 4] The perspective diagram in which (a) shows the substrate by which the level difference was fabricated, and (b) are explanatory drawings showing the knockout situation of the glass by die-press fabrication.

[Drawing 5] It is explanatory drawing showing a grinding-stone nose-of-cam configuration.

[Drawing 6] It is explanatory drawing showing the situation which carries out the grinding of the golden die materials in a grinding stone.

[Drawing 7] (a) — metal mold — the plan of material, and (b) — metal mold — drawing which looked at material from the grinding start side of a grinding stone, and (c) — metal mold — it is the side elevation of material

[Drawing 8] the metal mold with which, as for (a), the grinding of the both ends was carried out — the plan of material, and (b) — metal mold — drawing which looked at material from the grinding start side of a grinding stone, and (c) — metal mold — it is the side elevation of material

[Drawing 9] The plan showing an example of the V groove substrate to which press forming of the (a) was really carried out by metal mold, drawing which looked at (b) from V slot, and (c) are the side elevations of a V groove substrate.

[Drawing 10] It is explanatory drawing showing the relation between a grinding-stone radius, the R section height, and R flute length.

[Drawing 11] The plan in which (a) shows an example of the wafer with which the level difference was formed, and (b) are the side elevation.

[Drawing 12] The plan in which (a) shows an example of a V groove fabrication wafer, and (b) are the side elevation.

[Drawing 13] It is explanatory drawing showing an example of an optical-fiber array.

[Drawing 14] It is the photograph in which the organization of the ceramic material (glass material) which forms the level difference portion of a V groove substrate is shown.

[Drawing 15] The perspective diagram in which (a) shows an example of the conventional V groove substrate, the cross section showing the fiber array for which (b) used the conventional V groove substrate, and (c) are graphs which show the stress distribution of a fiber array.

[Drawing 16] The perspective diagram in which (a) shows other examples of the conventional V groove substrate, the cross section showing the fiber array for which (b) used the V groove substrate of (a), and (c) are graphs which show the stress distribution of a fiber array.

## [Description of Notations]

10 [ — The flat-surface section, 13 / — The level difference section, 14 / — V groove substrate, ] — V slot, 11 — A V groove, 12 15 [ — The upper part side flat-surface section 22 / — A top Metal mold, ] — The edge section, 20 — A substrate with a level difference, 21 23 [ — It is the heights of metal mold, and 30 a top. / — The grinding stone for grinding, ] — The level difference section, 24 — The Shimokane type, 25 31 [ — Both ends, 34 / — Really Metal mold, ] — Golden die materials, 32 — Golden die materials, 33 35 [ — V slot, 42 / — Covering fiber stowage, ] — A bend, 40 — A V groove, 41 43 [ — V slot processing grinding stone, 60 / — A wafer, 61 / — A V groove fabrication wafer, 62 / — A V groove, 63 / — The lower flat surface of a wafer, 64 / — A fiber presser-foot substrate, 65 / — The fiber fixed end, 66 / — A V groove substrate, 67 / — A covering fiber receipt substrate, 68 / — Fiber, ] — The level difference section, 45 — A V groove substrate, 50

[Translation done.]

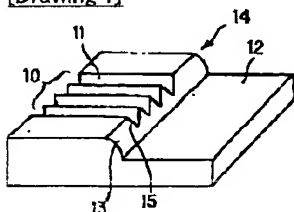
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

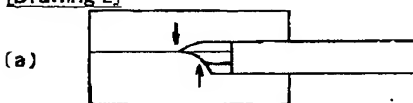
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]



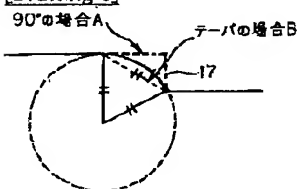
[Drawing 2]



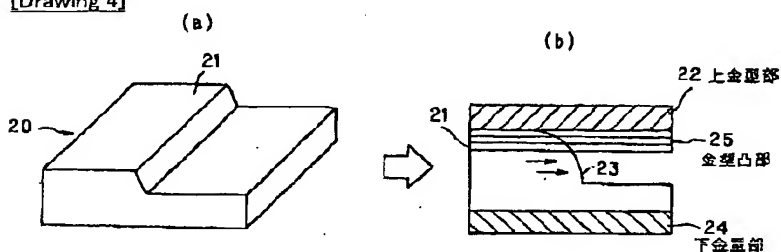
(b)



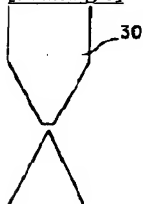
[Drawing 3]



[Drawing 4]

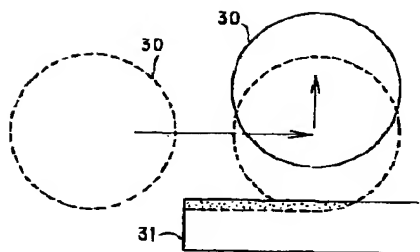


[Drawing 5]



[Drawing 6]



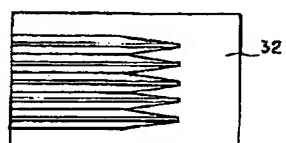


[Drawing 7]

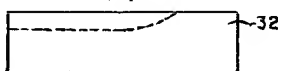
(b)



(a)

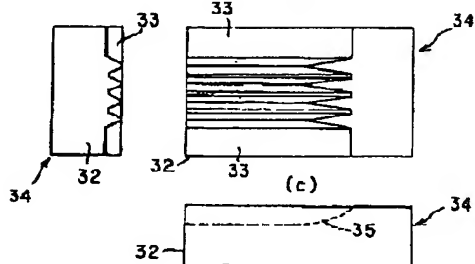


(c)

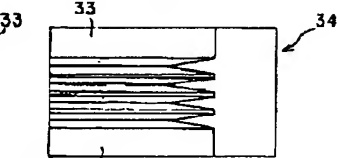


[Drawing 8]

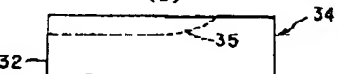
(b)



(a)

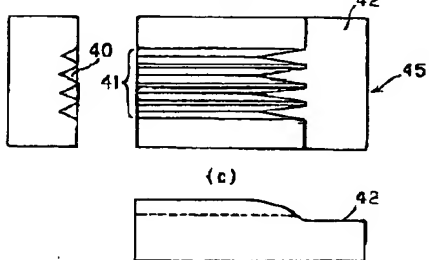


(c)

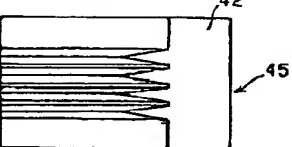


[Drawing 9]

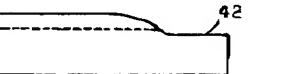
(b)



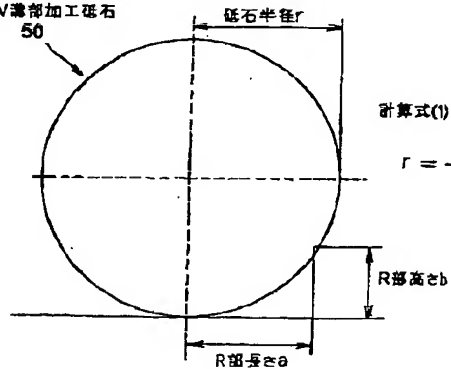
(a)



(c)



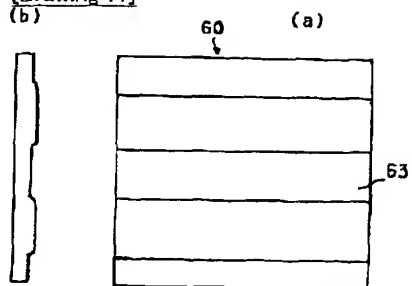
[Drawing 10]

V溝部加工砥石  
50

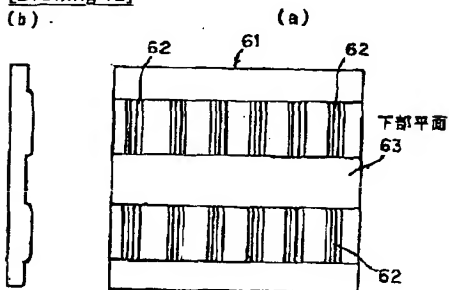
計算式(1)

$$r = \frac{ax + bx}{2b}$$

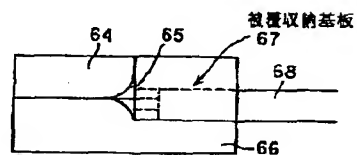
[Drawing 11]



[Drawing 12]



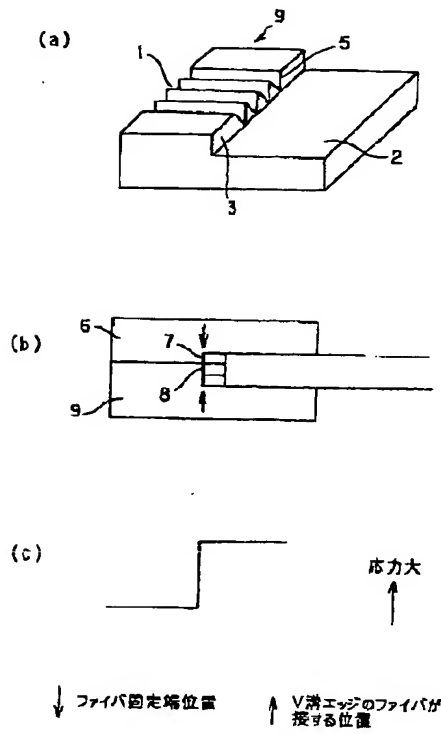
[Drawing 13]



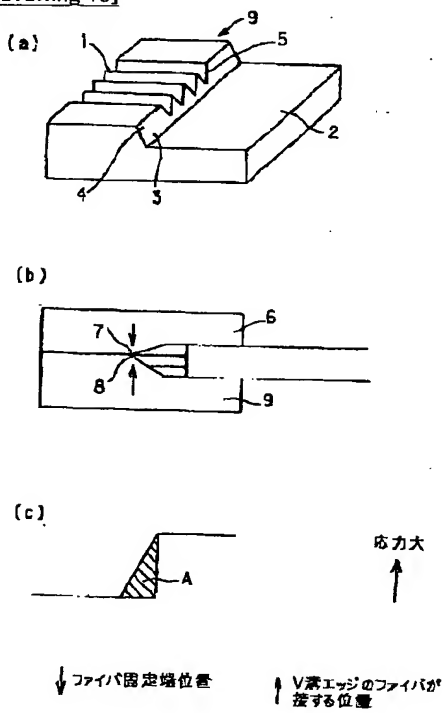
[Drawing 14]



[Drawing 15]



[Drawing 16]



[Translation done.]